



令和5年度 無人自動運転等のCASE対応に向けた実証・支援事業
「自動運転技術(レベル3、4)に必要な認識技術等の研究」
AD-URBAN*の進捗状況について

AD-URBAN

*FOT project of Automated Driving system under Real city environment based on Academic Researcher's Neutral knowledge.



実施目的とAD-URBANプロジェクトの位置付け

- 事業の実施目的
 - 一般道における安全性評価環境の構築に向けて
 - リアルとバーチャルを融合したADシステムの安全性の網羅的かつ効率的な評価手法の確立
 - DIVP, SAKURAプロジェクトとの連携
 - センサ弱点シナリオ+交通流シナリオ評価
 - 仮想環境での安全性評価環境構築の加速
 - 実ADシステムとの接続が必要
- AD-URBANプロジェクトの位置付け
 - 安全性評価環境の効果的な展開
 - CI*環境構築を加速させる
 - SIP第2期 自動運転の研究成果を活用
 - ReferenceシステムとしてAD-URBANを接続
 - ADシステムの高度化
 - 安全性評価結果の妥当性を追求
 - ADシステムの課題提示
 - 安全性評価シナリオ・指標等への反映



仮想環境での
安全性評価環境構築



*Continuous Integration

【本日の主な報告】
赤字箇所現状のご報告

*Continuous Integration

2023年度の実施内容のまとめ

DIVP 安全性評価環境の効果的な展開 **RoAD to the L4** など

実システム目線での知見を多方面にインプット

Team0,1,2の活動

(i) CI*環境の構築

- (a) クラウド環境への実ADシステム接続
- (b) 認識性能モデルの構築
- (c) 歩行者,自転車に対する安全性評価指標の検討

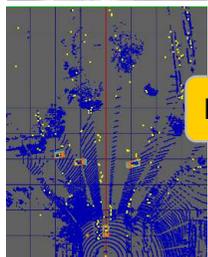
FY23

2-Stage評価環境構築加速

FY24

他プロジェクト展開加速

AD-URBAN



ADシステムの高度化

(ii) 認識モデルの構築

- (a) 死角認識技術の構築
- (b) イメージングレーダ認識技術の構築
- (c) Early Fusion認識モデルの構築
- (d) 緊急車両認識モデルの構築

FY23

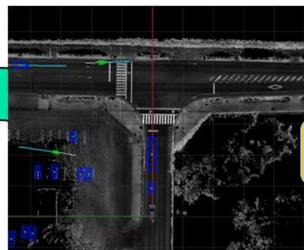
認識モデルの基礎設計

FY24

実システムへの展開

(d)に関しては今年度で終了

AD-URBANプロジェクト実施内容



ADシステムの課題提示

(iii) 実証データを活用した効率的なADシステムの安全性評価手法の検討

- (a) 実証データを用いた評価シナリオ作成
- (b) シミュレータを用いた危険シナリオの評価
- (c) 緊急車両遭遇シナリオの効率的な抽出

FY23

評価環境構築

FY24

安全で効率的なADシステム評価手法検討

(a)は実施時期見直し, (c)は今年度で終了



CI*環境の構築

Team2と連携

*Continuous Integration



- 2-stage評価による効率的な評価
 - 認識性能評価結果をモデル化し(1st-stage),
 - プランナ機能の実時間評価を可能とする(2nd-stage)

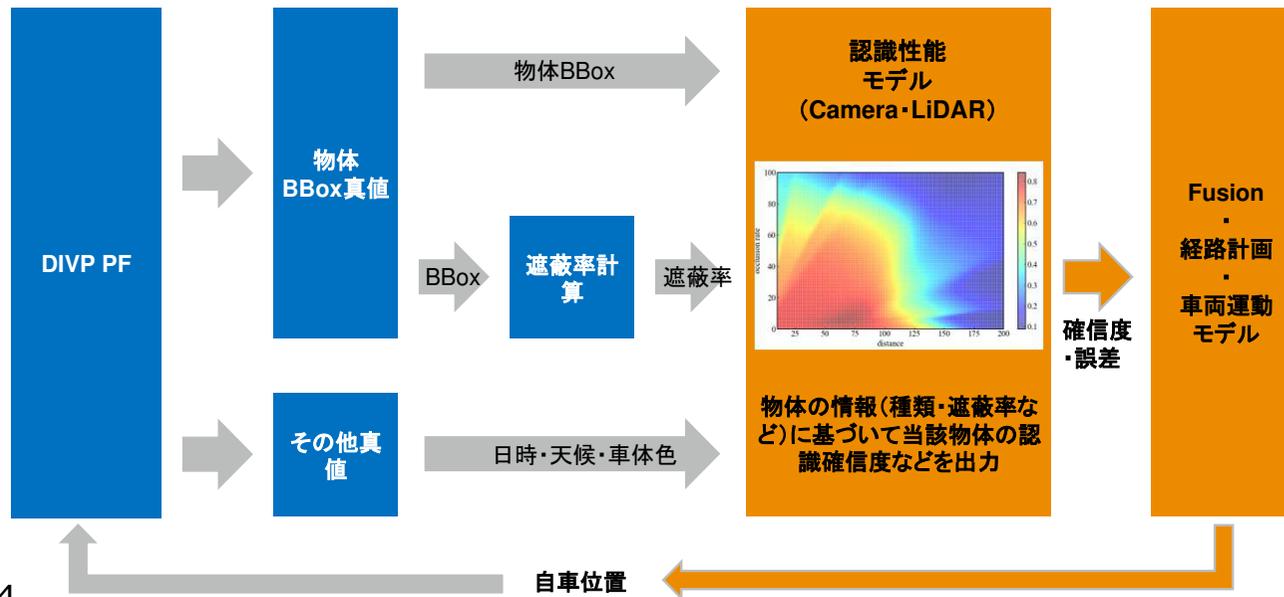
1st-stage評価

*Neural Network



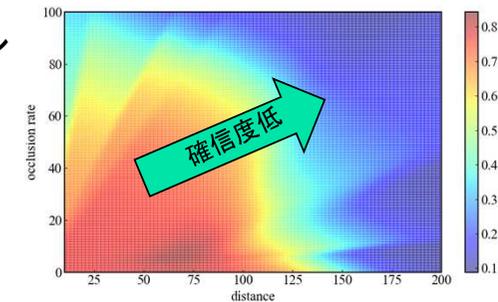
交差点接近車両の
生成データの様子

- **カメラ・LiDARの認識モデルを構築**
 - 任意の認識アルゴリズムが出力する認識確信度などをモデル化
 - 大量に用意した評価シナリオからシミュレーションデータを生成
 - BRTコース・JARI・お台場
- **遮蔽率と距離(又は画像サイズ)から確信度を出力するNN*モデルを構築**
 - LiDARおよびカメラの認識性能モデルを構築済み



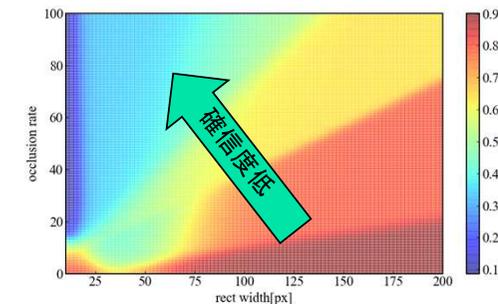
LiDARの認識モデル

- ・遮蔽率・距離から確信度を出力
- ・高遮蔽率・遠距離において低確信度(確信度0.25以下で未検出相当)



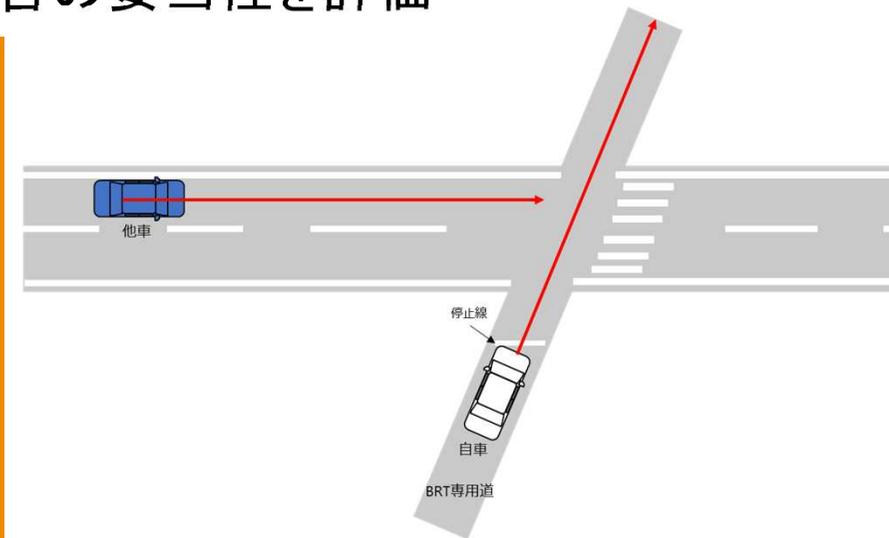
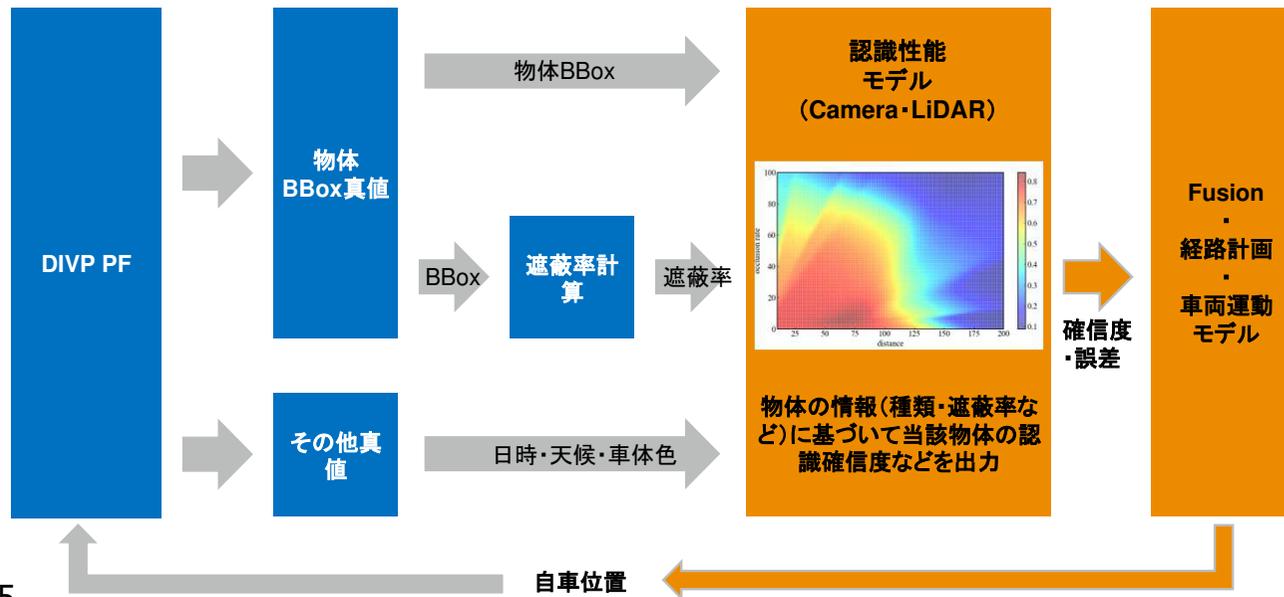
カメラの認識モデル

- ・遮蔽率・矩形枠幅から確信度を出力
- ・高遮蔽率・低解像度において低確信度(確信度0.5以下で未検出相当)



2nd-stage評価

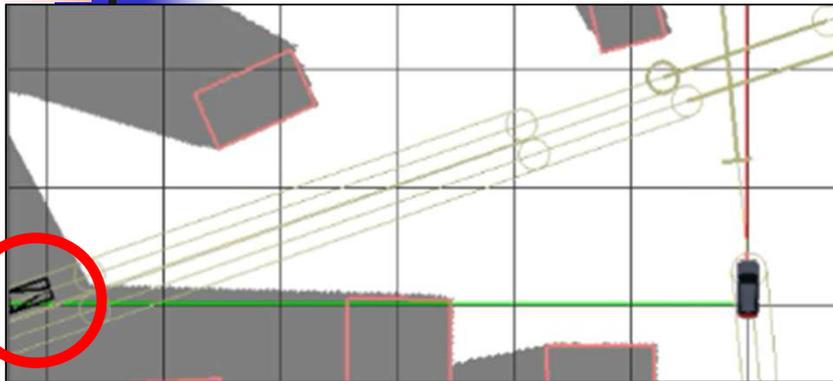
- 作成したカメラ・LiDARの認識性能モデルを活用して車両挙動を評価
 - 認識性能モデルによりシミュレーション環境内の物体の認識状態を近似的に再現
 - 距離・隠れ率などに基づいて物体の認識状態を模擬
 - 検出状態の物体情報を用いて移動物体追跡, 経路・軌道計画, 車両制御などに接続
- Closed Loopによる自転車環境との接続を実施
 - 交差点の直進シナリオを用いて交差点進入可否の妥当性を評価



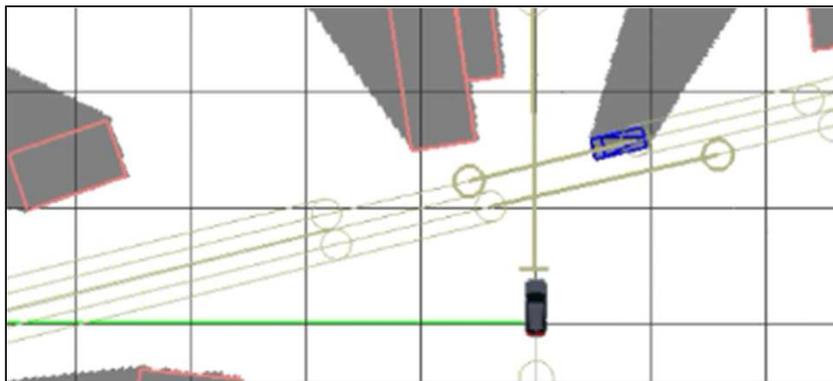
検証予定の交差点走行シナリオの様子(左側から接近する車両の認識状態に応じて交差点進入を判断)

AD-URBANシステムにおける評価

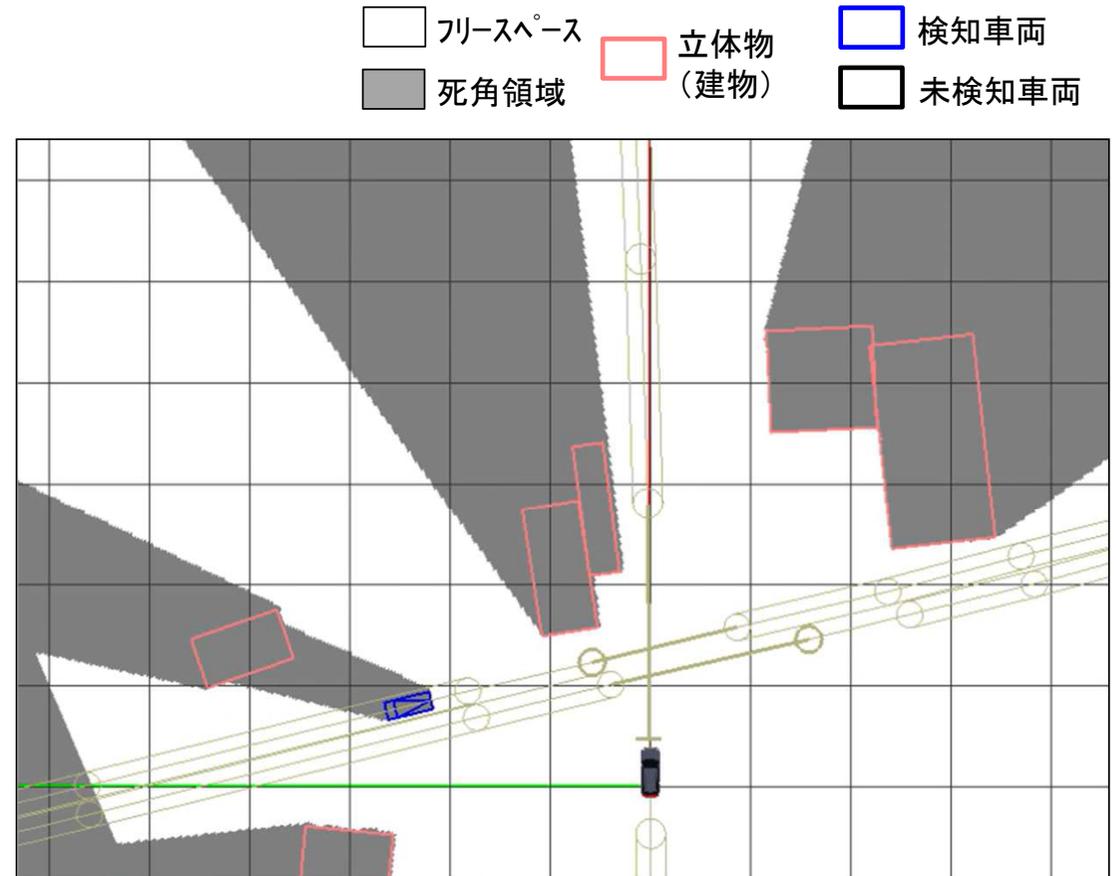
詳細はTeam2で報告済



遠距離で建物に遮蔽した車両は開発した認識モデルにより未検出状態としてシミュレーションされる



一時停止線位置にて交差車両の通過を確認してから交差点の進入可否を判断



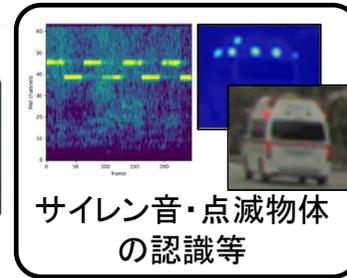
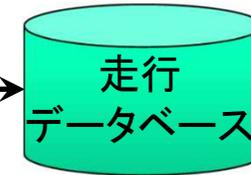
交差点進入判断の検証例
(今後は様々な環境下での安全性評価を実施予定)

緊急車両遭遇シナリオの効率的な抽出

- 緊急車両遭遇シナリオに対する課題
 - 市街地におけるLv4以上のADシステム
 - 緊急車両の認識と回避行動が必要
 - 緊急車両遭遇シナリオの必要性が必要
 - 緊急車両認識用のAIモデルの学習
 - 仮想環境での緊急車両回避行動の適切さ評価
 - 緊急車両に対する遭遇頻度は稀
 - 効率的な緊急車両遭遇シナリオ抽出技術が必要
- 現在の取り組み
 - 公道における定期的なデータ収集の実施
 - 緊急車両遭遇シナリオの自動的な抽出
 - 深層学習に戻づくサイレン音認識モデルを構築
 - AD車で収集した大量の走行データからシナリオを抽出(過去の大量のデータも検索)



公道におけるデータ収集等



サイレン音・点滅物体の認識等

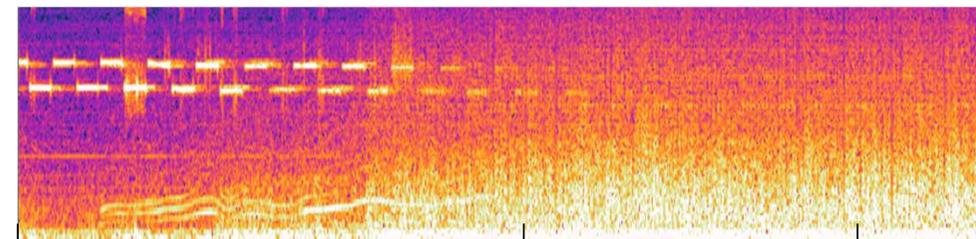
シナリオ抽出の効率化



緊急車両認識モデルの高精度化



緊急車両回避行動の適切さ評価

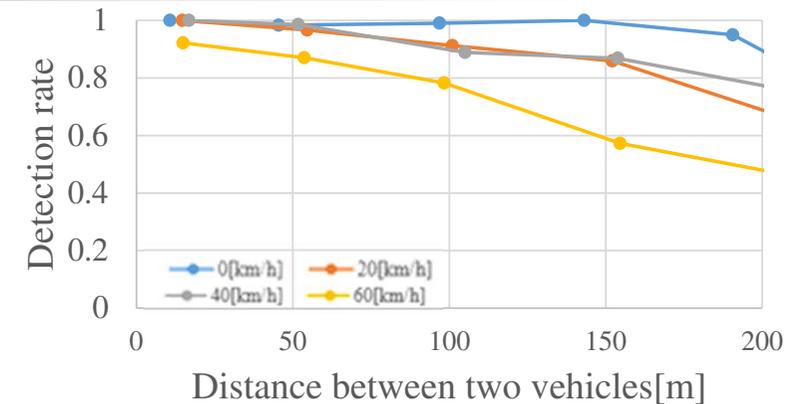


0m(0km/h) 100m(20km/h) 200m(30km/h)

緊急車両が停止状態で自車が加速し近距離から遠距離に遠ざかるときの波形例

深層学習モデルによるサイレン音の認識

- サイレン音認識技術の評価
 - 模擬緊急車両の走行データを活用した認識性能の評価
 - サイレンンプ(警光灯+スピーカ)を搭載した試験車両
 - JARI多目的市街地において走行データを取得
 - 走行条件を変化させたデータを計測
 - 計測車両・緊急車両の停止時・走行時などの条件変化
 - 風切り音など実環境における不調要因を想定したデータ
- サイレン音の認識性能評価結果
 - 100m以内のサイレン音を約80%以上で検出可能
 - 緊急車両遭遇シナリオの抽出には十分活用可能な認識率
 - 今後は画像認識の点滅認識と併用したシナリオ抽出も検討



相対距離, 相対速度に応じた検出率の変化



緊急車両遭遇シナリオの抽出例

